

La sostenibilidad en el uso del agua: tributos medioambientales y prevención de la contaminación

Sustainability of the Use of Water: Environmental Tax and Pollution Prevention

Isabel María Román Sánchez (*), Luis Belmonte Ureña (**), Domingo Bonillo Muñoz (***) y José Antonio Sánchez Pérez (****)

Resumen

El fallo de mercado que supone la contaminación originada por el vertido de aguas residuales industriales, se corrige con el establecimiento de tributos medioambientales. La heterogeneidad en el diseño de estos tributos, con una base imponible distinta para cada país miembro de la Unión Europea, afecta tanto a los parámetros de contaminación considerados como a su peso específico en el cálculo de la cuota a pagar. En este trabajo se presenta un estudio sobre la variedad de este tributo en Bélgica, Italia y España, aplicándolo a dos casos de agua industrial del sector agroalimentario. Finalmente, se discute la posibilidad del mismo como corrector del fallo de mercado que supone la contaminación de las aguas, por un lado y por otro, como incentivo para invertir en tecnologías y procesos de depuración.

Palabras clave: tributos medioambientales, externalidades, aguas residuales, contaminación, sostenibilidad.

Abstract

The market failure associated to the pollution originated by industrial wastewater discharges is corrected with the establishment of environmental taxes. The heterogeneity in the design of these taxes, with a tax base different for each member of the European Union, affects both the considered pollution parameters and their specific weight in the calculation of the tax to be paid. In this paper, a study on the variety of this tax in Belgium, Italy and Spain is carried out applying it to two different types of industrial wastewater in the agri-food sector. Finally, it is discussed the capability of the environmental taxes to correct the water pollution as market failure, and on the other hand, as an incentive to invest in technologies and water treatment processes.

Key words: environmental tax, externalities, wastewater, pollution, sustainability.

JEL: H23, Q53, Q56

(*) Universidad de Almería

Departamento de Economía Aplicada Almería, España

iroman@ual.es, Tfno. 950015127

lbelmont@ual.es, Tfno. 950015200

dbonillo@ual.es, Tfno. 950015193

jsanchez@ual.es, Tfno. 950015314

Área Temática: Medio Ambiente
Comunicación

1. INTRODUCCIÓN

El Consejo de la Unión Europea en su Resolución de 28 de junio de 1988, solicitaba a la Comisión que preparara propuestas para mejorar la calidad ecológica de las aguas superficiales comunitarias y el 23 de octubre de 2000, se establece el marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas, con la Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. El artículo 4 de dicha Directiva trata de los objetivos medioambientales de las aguas superficiales y de la necesidad de aplicar las medidas que reduzcan progresivamente la contaminación, así como reducir o interrumpir gradualmente los vertidos. Los estados miembros han desarrollado tributos medioambientales que gravan los vertidos al agua. Son conocidos como cánones de saneamiento y en cada país tienen un diseño específico.

El objetivo de este trabajo es estudiar el papel de los tributos como mecanismo de prevención de la contaminación de las aguas. Para ello, se comparan los cánones de saneamiento de tres países europeos: Bélgica, Italia y España. La motivación de esta investigación es analizar el diseño de los tributos medioambientales, comparando las bases imponibles de los mismos y los parámetros de contaminación que contemplan y así, discernir cuáles de ellos corrigen mejor el fallo de mercado que produce la contaminación y cuáles son meramente recaudatorios.

2. LOS TRIBUTOS MEDIOAMBIENTALES QUE GRAVAN LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA. BÉLGICA, ITALIA Y ESPAÑA

Los cánones de saneamiento están destinados a financiar los procesos de tratamiento del agua residual, tanto la inversión de las instalaciones de depuración como mantenimiento y costes de operación de las mismas. En Europa este tributo suele ser de competencia local, como es el caso de España, cuya competencia es autonómica. Como resultado existe una gran variación tanto en la estructura como en los parámetros de contaminación considerados en cada normativa, lo que conlleva marcadas diferencias en el importe de este impuesto.

En esta comunicación presentamos un estudio comparativo del canon de saneamiento en tres comunidades autónomas españolas, Aragón, Asturias y Navarra, junto al de la región de Caserta en Italia y la región de Bruselas en Bélgica. Para ello a partir de las diferentes normativas se han extraído las ecuaciones que permiten realizar el cálculo de la cuota a pagar que se recogen en el Cuadro 1, donde se muestra la estructura del canon junto a las condiciones específicas más relevantes de cada caso.

Cuadro 1. Canon de saneamiento para cada región estudiada.

Región	Expresión para calcular el importe del canon de saneamiento	Condiciones específicas
Asturias (Ley 1/1994)	$CS_{\text{Asturias}} (\text{€/año}) = CF + CV \cdot Q_w$ $CF (\text{€/año}) = 60$ $CV (\text{€/m}^3) = 0.12 + 0.4673 \cdot SS + 0.4154 \cdot DQO + 2.3814 \cdot N + 4.3416 \cdot P + 0.5247 \cdot C + 0.004 \cdot \Delta T + 0.0239 \cdot MP + 0.0072 \cdot SI$	MP metales pesados
Aragón (Ley 6/2001)	$CS_{\text{Aragón}} (\text{€/año}) = CF + CV \cdot Q_w$ $CF (\text{€/año}) = 194.75$ $CV (\text{€/m}^3) = 0.396 \cdot SS + 0.551 \cdot DQO + 1.082 \cdot N + 4.453 \cdot C + 0.00541 \cdot MP + 0.01286 \cdot SI$	MP en equimetal/m ³

Navarra
(Ley
10/1988)

$$CS_{Navarra} (\text{€/año}) = 0.169 \cdot Q_w \cdot CC$$

$$CC = 0.34 \cdot \frac{SS}{0.286} + 0.55 \cdot \frac{\left[\frac{DQO + 2DBO}{3} \right]}{0.2677} + 0.11 \frac{N}{0.047}$$

Caserta
(C.d.A.,
2010)

$$CS_{Caserta} (\text{€/año}) = CF + (TA + TD) \cdot Q_w + I_{COD} + I_{SS} + I_N + I_P$$

$$CF (\text{€/año}) = 15000$$

$$TA (\text{€/m}^3) = 0.18;$$

$$TD (\text{€/m}^3) = 0.33$$

$$I_{SS} = 0.35 \cdot (SS - 0.2) \cdot Q_w$$

$$I_N = 2.5 \cdot (N - 0.03) \cdot Q_w$$

$$I_P = 3.5 \cdot (P - 0.01) \cdot Q_w$$

$$I_{DQO} = 0.35 \cdot C_{DQO} \cdot (DQO - 0.5) \cdot Q_w$$

TA: Tarifa
alcantarillado
TD: Tarifa de
depuración

I_{DQO} , I_{SS} , I_N , I_P
coeficientes de
contaminación
aplicados si:

$$S > 0.20$$

$$(\text{kg/m}^3)$$

$$N > 0.03$$

$$(\text{kg/m}^3)$$

$$P > 0.01$$

$$(\text{kg/m}^3)$$

$$DQO > 0.5$$

$$(\text{kg/m}^3)$$

C_{DQO} : DQO
coeficientes en
funcion del DQO
y DBO

SI

$$CC < 20000000,$$

$$CC = 115000$$

Bruselas
(SBGE,
2008)

$$CS_{Bruselas} (\text{€/año}) = 0.073 \cdot Q_w + 0.360 \cdot Q_c + 0.00033 \cdot CC$$

$$CC = Q_w \cdot (D_1 + D_2)$$

$$D_2 = 3 \cdot 1000 \cdot N + 4 \cdot 1000 \cdot P$$

$$D_1 = 1000 \cdot SS + \frac{Q \cdot (DBO + DQO) \cdot 1000}{3}$$

[*] valores actualizados a 2010.

Fuente: Elaboración propia.

Así, con respecto a la estructura del canon generalmente se consideran dos términos: un coste fijo independiente de la carga contaminante y un coste variable que depende del caudal de agua residual vertido. La carga contaminante se considera en este último término. Para ello se incluyen diferentes parámetros como la demanda química de oxígeno (DQO) y la presencia de sólidos en suspensión (SS), que se tienen en cuenta en todos los casos. Junto a otros parámetros como la conductividad (C), la demanda biológica de oxígeno (DBO), la concentración de nutrientes, principalmente nitrógeno (N) y fósforo (P), metales pesados (MP), sustancias inhibitorias (SI) y la diferencia de temperatura (ΔT). Algunos de estos parámetros se incluyen en el diseño del canon teniendo en cuenta principalmente el tipo de industrias predominantes en la región. Por ejemplo, en el caso de Asturias se incluye la concentración de metales pesados debido a la presencia de la industria minera. Por otro lado, en algunos casos para establecer el canon se toma como referencia el nivel de contaminación del agua residual doméstica, como en el caso de Navarra.

En el Cuadro 2, se muestran los parámetros de contaminación que se tienen en cuenta para los cinco cánones incluidos en este estudio.

Cuadro 2. Parámetros que se tienen en cuenta en el cálculo del canon en cada comunidad autónoma.

	SS	Conductividad	DQO	DBO	NT	PT	MP	MI	ΔT	pH
Asturias	x	x	x		x	x	x	x	x	
Aragón	x	x	x		x		x	x		
Bruselas	x		x	x	x	x				
Caserta	x		x		x	x				
Navarra	x		x	x	x					

Fuente: Elaboración propia

3. EL AGUA Y LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

El consumo de agua es importante en la industria agroalimentaria, no sólo agua que se incorpora al producto sino también agua consumida en el proceso. Por otro lado, esta industria genera un volumen de agua residual considerable. Por ejemplo, en el sector de elaboración del vino se vierte un litro de agua residual por litro de vino producido (Lucas et al., 2010). Esta ratio se eleva a 2,7 litros de agua residual por litro de zumo producido, en el sector de la fabricación de zumos de frutas (Román Sánchez et al., 2011) y alcanza 4 litros por litro en la fabricación de cerveza (Casani et al., 2005).

El coste del agua es la suma del precio que se paga por litro consumido, más el precio de la depuración de la misma antes de ser vertida, más el importe del canon de saneamiento.

4. ANÁLISIS DE LOS CÁNONES

Se hace una comparación de los cánones de saneamiento presentados para dos aguas modelo, una procedente del lavado de verduras y hortalizas (Zhu et al., 2011) y otra procedente de la industria del procesado del tomate (Xu et al., 2006) , cuya caracterización se muestran en el Cuadro 3.

Como base de este estudio se ha considerado un volumen de vertido anual de 100.000 m³ para las dos industrias utilizadas como modelo. Hemos tenido en cuenta las características de los dos tipos de agua utilizadas (Cuadro 3) y las expresiones matemáticas de cálculo de la base imponible descritas en el cuadro 1 para cada uno de los cánones vigentes en las cinco regiones estudiadas, obteniendo así los importes de las cuotas líquidas a pagar de los mismos, que expresamos en el cuadro 4.

Cuadro 3. Caracterización del agua residual procedente de las dos industrias agroalimentarias consideradas corregir formato

Agua residual	DQO (kg/m ³)	N (kg/m ³)	P (kg/m ³)	DBO (kg/m ³)	SS (kg/m ³)	Conductividad (S/cm)
Procesado del tomate	1.580	0.036	0.015	0.201	0.019	0.0031
Lavado de hortalizas	0.630	0.044	0.018	0.046	0.155	0.0028

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4. Importe de los cánones de saneamiento para las dos industrias consideradas y para las cinco regiones de estudio

Industria	Coste del canon €/año				
	Aragón	Asturias	Navarra	Bruselas	Caserta
Tomate	93.280	93.830	87.910	71.250	141.600
Hortalizas	47.190	63.930	47.400	63.070	75.100

Fuente: Elaboración propia

Pueden apreciarse las diferencias significativas que existen de una región a otra en el importe a pagar, debido a su normativa. Así, para la industria del procesado de tomate el incremento entre el importe mínimo y máximo a pagar por el vertido es de 70.350 €, correspondiente a los casos de Bruselas y Caserta, respectivamente. Para las tres regiones españolas la diferencia es mucho menos significativa, tan solo una diferencia de 5.920 €, siendo el valor medio del canon en estas tres regiones de 91.673 €. Para el caso del agua procedente del lavado de hortalizas y dada su menor carga contaminante, se observa como el importe medio es inferior al caso anterior. Con una diferencia entre el valor mínimo y máximo de 27.910 €, correspondiendo en este caso a Aragón y Caserta respectivamente. Se observa por tanto que la variación en el importe del canon con la carga contaminante depende de cada región de un modo diferente. Para profundizar en este análisis se representan en las figuras 1 y 2 las funciones de coste de cada canon para las dos industrias consideradas, abarcando una variación de la demanda química de oxígeno entre 0 y 2 kg/m³, que es el límite de vertido permitido.

Gráfico 1. Variación en el coste del canon de saneamiento con la concentración de DQO para el vertido de agua de enlatado de tomate

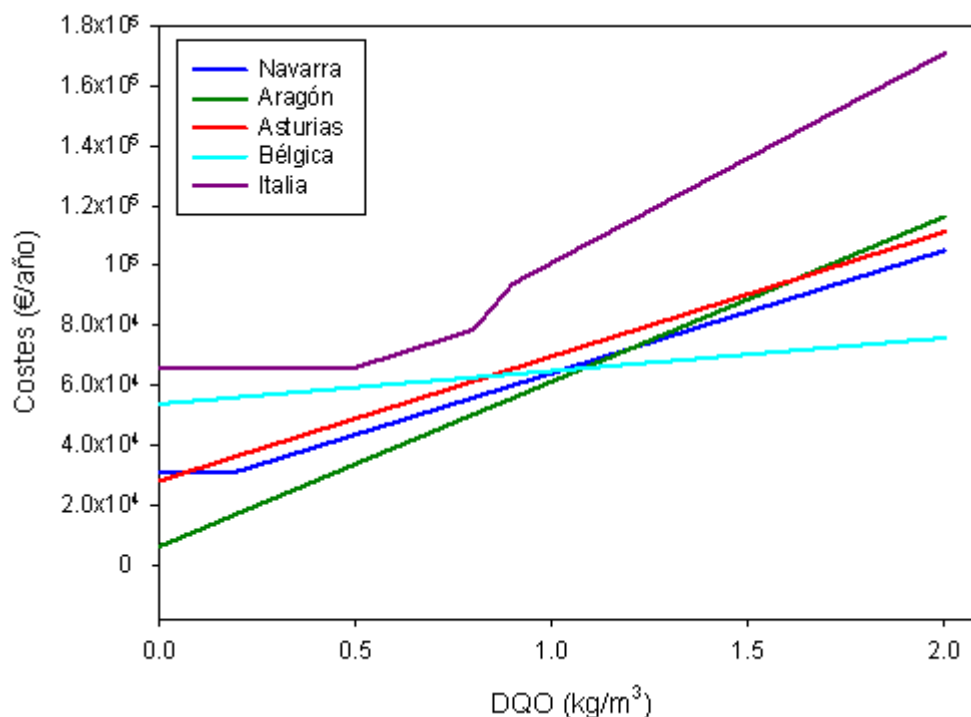
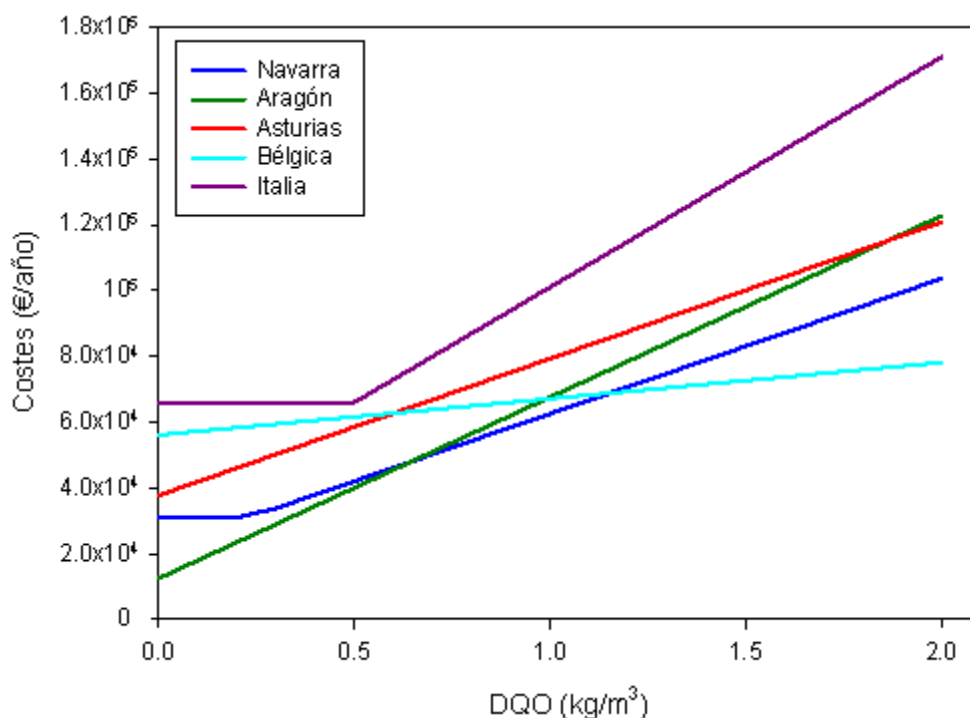


Gráfico 2. Variación en el coste del canon de saneamiento con la concentración de DQO para el vertido de agua de lavado de frutas y hortalizas



La tendencia de los cinco cánones estudiados es que aumenta el importe a pagar en función de la carga contaminante. El menor incremento lo experimenta la función de costes de Bruselas, con la pendiente menos pronunciada. Por el contrario la de mayor pendiente corresponde a Caserta y Aragón. Otra diferencia significativa es el caso de Caserta y Navarra, en cuanto que su función tiene un valor constante inicial y a partir de 0,18 kg/m³ para Navarra y de 0,5 kg/m³ para Caserta, es cuando se aplica el incremento en el canon. Se ilustra en estas figuras cómo la comparación de cánones no debe hacerse en un solo punto de carga contaminante, pues las variaciones en el importe de cada uno de los cánones se producen para cada nivel de carga contaminante. Se aprecia que en el caso de las tres regiones españolas el canon es muy similar (Cuadro 4) para el agua procedente del procesado de tomate y cómo para el agua procedente del lavado de hortalizas el importe de Navarra y Aragón es similar y menor que el de Asturias.

A continuación se analiza si el canon cumple su objetivo medioambiental de incentivar la depuración del agua en planta antes de su vertido y no es un tributo meramente recaudatorio. Para ello, se compara el ahorro en el canon que supondría depurar el agua en la propia planta industrial antes de su vertido. Como referencia para el nivel de depuración que debe alcanzar el agua residual se tomará el límite permitido de vertido a dominio público hidráulico. Los costes de depuración para el tratamiento de los efluentes para los dos modelos de agua considerados se han estimado a partir del trabajo de Hernández-Sancho et al. (2011), siendo de 59.426 €/año para la industria del lavado de hortalizas y de 76.300 €/año para el procesado del tomate.

En el Cuadro 5 se presenta el beneficio que supone para la empresa depurar in situ sus aguas residuales antes de verterlas. Para calcular este beneficio, por un lado se calcula el coste del canon correspondiente al agua depurada al que se suma

el coste de depuración y por otro, se compara ese coste con el importe del canon sin depurar el agua que se muestra en el cuadro anterior.

Cuadro 5. Beneficio obtenido al depurar el agua residual bruta, €/año

Industria	Aragón	Asturias	Navarra	Bruselas	Caserta
Tomate	15.858	15.306	8.515	-9.414	45.200
Hortalizas	-13.896	2.280	-15.121	-720	-4.426

Fuente: Elaboración propia

Los valores negativos en el Cuadro 5 significan que en esos casos no se incentiva la depuración, puesto que supondría un coste adicional. Tal es el caso de Bruselas. El canon de Caserta, sin embargo, incentiva significativamente la depuración en el caso del agua más contaminada (procesado del tomate) y desincentiva para aguas cuyos niveles de contaminación son análogos al agua residual urbana como ocurre con las aguas procedentes del lavado de hortalizas.

En el caso español, los cánones de saneamiento incentivan la depuración de las aguas más contaminadas y desaconsejan la depuración antes del vertido si las aguas tienen poca carga contaminante.

5. CONCLUSIONES

La heterogeneidad en el diseño del canon de saneamiento implica marcadas diferencias tanto en el importe de la cuota a pagar como en el peso relativo de la carga contaminante del agua residual en dicho importe. Se ha puesto de manifiesto que para comparar diferentes modelos de tributo no basta con tomar una referencia concreta de agua residual sino que debe analizarse su variación al incrementarse la carga contaminante.

La decisión empresarial sobre invertir o no en depurar in situ las aguas residuales depende tanto del importe del canon como del coste de la depuración. Para que el canon de saneamiento cumpla con su objetivo de corregir el fallo de mercado de la contaminación de las aguas, en ningún caso debería ser inferior al coste de la depuración. En caso de que fuera inferior, los costes de tratamiento de esa agua residual vertida por una industria se trasladarían al conjunto de la sociedad que financia el tratamiento público de las aguas residuales.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad mediante el proyecto CTQ2010-20740-C03-01 y Fondos FEDER.

NOMENCLATURA

ΔT	Incremento de temperatura (°C)	I _N	Tarifa por Nitrógeno (€/año)
C	Conductividad (μS/cm)	I _P	Tarifa por Fósforo (€/año)
CC	Carga Contaminante	I _{SS}	Tarifa por sólidos en suspensión (€/año)
C _{DQO}	Coficiente Demanda Química de Oxígeno	MP	Metales pesados (equimetal/ m ³)

CF	Coste Fijo (€/año)	N	Nitrógeno total (kg/m ³)
CS	Canon de Saneamiento (€/año)	P	Fósforo Total (kg/m ³)
CV	Coste Variable (€/m ³)	Q _c	Consumo anual de agua (m ³ /año)
D ₁	Carga contaminante debida a la materia oxidable y a los sólidos en suspensión	Q _w	Volumen anual de vertido (m ³ /año)
D ₂	Carga contaminante debida a nitrógeno y fósforo	SI	Sustancias Inhibitorias (equitox/m ³)
DBO	Demanda biológica de oxígeno (kg/m ³)	SS	Sólidos en Suspensión (kg/m ³)
DQO	Demanda Química de Oxígeno (kg/m ³)	TA	Tarifa de alcantarillado
I _{DQO}	Tarifa por DQO (€/año)	TD	Tarifa de depuración

BIBLIOGRAFÍA

BOLETÍN OFICIAL DE ARAGÓN, Ley 6/2001 6/2001, de 17 de mayo, de ordenación y participación en la gestión del agua en Aragón, 2001, pp. 3866-3883, No 64, 01-06-2001.

BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO, Ley Foral 10/1988, de 29 de diciembre, de saneamiento de las aguas residuales de Navarra, 1989, pp. 3669-3679, No 32, 07-02-1989.

BOLETÍN OFICIAL DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS Y DE LA PROVINCIA, Ley 1/1994, de 21 de febrero, sobre abastecimiento y saneamiento de aguas en el Principado de Asturias, 1994, pp. 1141-1447, No 43, 25-02-1994.

CASANI, S., ROUHANY, M., KNOCHELA, S., (2005) A discussion paper o challenges and limitations to water reuse and higiene in the food industry. Water Research 39: 1134-1146.

CONSIGLIO DI AMMINISTRAZIONE, Regolamento servizio fognatura e depurazione. Consorzio idrico Terra di Lavoro, Approvato dal C.d.A, 2010. Delibera n. 293 del 07-12-2010.

HERNANDEZ-SANCHO, F., MOLINOS-SENANTE, M., SALA-GARRIDO, R., 2011. Cost modelling for wastewater treatment processes. Desalination 268, 1–5.

LE MONITEUR BELGE. Contrat de gestion entre le Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale et la Société bruxelloise de Gestion de l'Eau (SBGE). Modalités d'estimation et d'application des prix unitaires d'assainissement, 2008, Ed. 2, pp. 17403-17422, 28-03-2008.

LUCAS, M.S., PERES, J.A., y PUMA, G.L. (2010). Treatment of winery wastewater by ozone-based advanced oxidation processes (O₃, O₃/UV and O₃/UV/H₂O₂) in pilot-scale bubble column reactor and process economics. Separation and Purification Technology 72: 235-241.

ROMÁN SÁNCHEZ, I.M., MOLINA RUIZ, J.M., CASAS LÓPEZ, J.L., SÁNCHEZ PÉREZ, J.A., (2011) Effect of environmental regulation on the profitability of sustainable water use in the agro-food industry, *Desalination* 279: 252-257